

Control de Artefactos y Robots Centrado en Emociones aplicando Interfases lectoras de Bioseñales.

Jorge Ierache^{1,2}, Gustavo Pereira¹, Norberto Mazza¹, Juan Iribarren¹

Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza Experimental de la Robótica (ISIER)¹
Laboratorio de sistemas de información avanzados Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires²

ISIER, Facultad de Informática Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales
Universidad de Morón, Cabildo 134, (B1708JPD) Morón, Buenos Aires, Argentina
54 11 5627 200 int 189
jierache@yahoo.com.ar

Resumen

En este artículo se presentan las líneas de investigación aplicada al desarrollo del control de robots y artefactos mediante bioseñales cerebrales. Se enuncian distintos aportes realizados y en especial se presenta la actual línea de trabajo sobre la base del control centrado en el estado emocional o afectivo del usuario.

Palabras claves: Emotional Control, Brain Machine Interface, Bio-Electrical Signal, Human Machine Interfaces.

1. Contexto.

Esta línea de investigación se orienta al estudio y desarrollo de soluciones de ingeniería para aplicar Brain-Machine Interfase (BMI) al control de artefactos y robots, basado en el **estado emocional del usuario**. La línea de investigación aplicada de BMI es financiada por la Universidad de Morón en el contexto del PID 01-001/12 radicado en el Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza Experimental de la Robótica (ISIER) con la cooperación del Laboratorio de Sistemas de información

avanzada del departamento de computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

2. Introducción.

En el campo de las interfases emergentes se presenta la Interfaz Cerebro Computadora (BMI o también conocida como BCI por sus siglas en inglés), ésta facilita la comunicación entre las funciones mentales o cognitivas creadas a partir del cerebro de una persona, captando las señales eléctricas, para ser procesadas, clasificadas y comunicadas con aplicaciones o dispositivos específicos. Resulta interesante destacar que las aplicaciones que emplean interfases BMI han aumentado durante las últimas dos décadas [1], desde controlar el encendido y apagado de luces, uso de sillas de ruedas, control de una computadora [2], movimientos en el espacio [3] hasta videojuegos [4]. En el campo científico se presenta el interés inicial en el empleo de BMI desde el año 1973 [1]. Las primeras publicaciones en el campo de investigación en BMI se realizaron en los años noventa 1990 [5] y 1991 [6]. La aplicación de bioseñales para el control de sistemas, robots, aplicaciones, juegos y otros dispositivos, presentan un enfoque novedoso al abrir las puertas para la interacción entre humanos y computadoras en una nueva dimensión, donde se explotan específicamente biopotenciales eléctricos registrados en el usuario, a través del electro-miograma, el

electro-encefalograma y el electro-oculograma, que son bioseñales eléctricas generadas por los patrones de actividad de los músculos, el cerebro y los ojos del usuario.

La investigación de interfases BMI se desarrolla en un campo científico multidisciplinario, las aplicaciones que van desde la computación, domótica hasta la robótica y entretenimiento [7]. Se presentaron diversos trabajos en el área: los primeros, recurrieron a implantar electrodos intracraneales en la corteza motora de primates [8], [9]. Los trabajos no invasivos para humanos recurrieron a señales de Electroencefalogramas (EEG), aplicados a ejercicios de comandos mentales, como mover el cursor de una computadora [10], [11] basados en el empleo de Brain-Machine Interface (BMI). El trabajo seminal de Millan et. al. [12], emplea como única bioseñal el electro-encefalograma, sobre la base del trabajo de dos personas para apoyar la navegación de un robot. A diferencia de éste último, el trabajo de Saulnier et. al. [13], implementa un control de velocidad sobre la base del electromiograma e infiere el estado de stress del usuario a través del electroencefalograma y a partir de éste influir en el comportamiento social de robots domésticos, en este caso una aspiradora robot.

Se desarrollaron diversas aplicaciones empleando el BMI de EMOTIV [14], entre ellas el control del una pelota de futbol dónde en función de la excitación y la frustración, la pelota se mueve más rápido o más lento de acuerdo al estado emocional [15].

Recientes trabajos realizados por Mitsukura [16], aplicando Neurocam [17], permiten la captura de imágenes que el usuario observa a partir de un umbral de estado emocional. Neurocam figura 1.



Figura 1 “Neurocam”

Otras aplicaciones de Neurowear [18], como es Nekomimi [19] y Shippo [20] asocian el control de orejas de gatos, o de una cola de animal que los usuarios aplican sobre su cabeza y en función del estado emocional éstas adoptan distintas posiciones. Nekomimi y Shippo figura 2.



Figura 2 “Nekomimi y Shippo”

Los sensores de EEG también abren posibilidades para diversas aplicaciones de software que permitan recibir señales directamente desde las ondas cerebrales del usuario para poder conocer gustos, sensaciones y estados emocionales. Ejemplos de lo mencionado se pueden observar en las aplicaciones: Mico (figura 3) en la que el sistema se compone de dos partes, los auriculares mico, y la aplicación mico para el celular iPhone. Los auriculares mico detectan las ondas cerebrales a través del sensor en la frente. La aplicación analiza automáticamente la condición de usuario del cerebro, y busca la música que mejor se ajuste a la base de datos de música mico, y reproduce la selección que se ajuste el estado de ánimo del usuario.



Figura 3 “Auriculares Mico”

3. Resultados Obtenidos

Nuestros trabajos iniciales se enfocaron en la ejecución de comandos empleando un BMI NIA [21] para la navegación de un robot [22] y actualmente en el control de artefactos en un contexto de la domótica. [23]. Controlar

artefactos, mover robots o facilitar la aplicación de dispositivos para discapacitados sin aplicar controles manuales y alcanzar el control sólo a través de la actividad mental, requiere alcanzar una plasticidad con un BMI por lo que requiere de tiempo por parte del usuario. En nuestras experiencias para facilitar el empleo a un usuario con mínimo entrenamiento, se desarrollo el control por auto foco [22] con la finalidad que el robot lego NXT [21] sea guiado con el empleo de un BMI-NIA, [21] para cumplir con un patrón de navegación, logrando una mejora en los tiempos de control mental, superando ligeramente al manual, en las pruebas de ejecución del mismo patrón de navegación [24], [25]. En trabajos realizados en el año 2011 se experimentó el control remoto de un robot lego NXT [26] vía Internet con la aplicación de bioseñales con el BMI de NIA [21]. En posteriores trabajos [27] se desarrolló el control de navegación libre, empleando el BMI de Emotiv [14]. Se efectuaron demostraciones de los resultados durante el TEYET 2012 [28], [29], empleando el BMI de EMOTIV figura N° 4, El mencionado BMI “EMOTIV” se aplicó para el control de un robot NXT (Adelante, Atrás, Izquierda, Derecha). En CACIC 2013 se efectuaron demostración reales del control de artefactos (reproductor de DVD, equipo de música, lámpara) controlados aplicando el BMI de Emotiv, sobre la base del Framework desarrollado para el control de artefactos [30].



Figura 4 “BMI Emotiv”

El BMI (Brain Machine Interface) EMOTIV EPOC, articulado con su SDK consta de un panel de control para generar el usuario, y registrar su perfil, además de facilitar la visualización del estado de conexión de los sensores, se cuenta con distintos patrones de registro expresivo, **afectivo** y cognitivo. En particular, el desarrollo de nuestra investigación actual se basa sobre el patrón de

registro **afectivo**, éste permite verificar distintos estados. El modo afectivo (Affective Suite), figura N° 5 permite visualizar el cambio de ciertos estados emocionales en función del tiempo. Los estados emocionales registrados son: Compromiso/Aburrimiento, Frustración, Meditación, Excitación Instantánea, Excitación a largo plazo.



Figura 5 “Affective Suite”

También se puede visualizar dos esquemas, el primero a corto plazo, de 30 segundos y el segundo, a largo plazo, que como mínimo permite visualizar alguno de los estados emocionales en un tiempo igual 300 segundos (5 minutos).

4 Líneas de Investigación y Desarrollo

La línea actual de investigación se centra en el control de aplicaciones, artefactos en función del **estado emocional del usuario**, sobre la base del **patrón afectivo** obtenido a través del empleo de un Brain Machine Interface. El desarrollo específico de un Framework de configuración para el control basado en emociones, permitirá a cada usuario habilitar o deshabilitar un artefacto, dispositivo, aplicación en función de su estado emocional. El Framework permitirá la configuración de imágenes, música, sonidos, iluminación, artefactos (robots, etc.), como así también la explotación de los registros de los estados emocionales y su variación en función de las acciones configuradas. Esto facilitará el análisis de la retroalimentación o feedback generado en función de la variación del

estado emocional del usuario y las acciones previamente configuradas para cada umbral de estado emocional del usuario. En el marco de la cooperación, se plantea con FIUBA el empleo de BMI específicamente para registrar e incluir en el campo de la dinámica de pulsación de teclas el estado emocional del usuario.

4. Formación de Recursos Humanos

Este proyecto se encuentra financiado por la Facultad de Informática, Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales de la Universidad de Morón. A su vez propicia la formación de recursos, con la participación de estudiantes de grado y posgrado para la continuación de las líneas de investigación relacionadas. Lo integran cuatro investigadores, dos estudiantes de tesis de grado de los cuales uno aprobó su tesis de grado y un estudiante de posgrado en cooperación con FIUBA [31].

5. Referencias

- [1] Hamadicharef, "Brain Computer Interface (BCI) Literature- A bibliometric study", in 10th International Conference on Information Science, Signal Processing and their Applications, Kuala Lumpur, 2010, pp. 626-629.
- [2] P. R. Kennedy, R. Bakay, M. M. Moore, K. Adams, and I. Goldwithe, "Direct control of a computer from the human central nervous system," *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, vol. 8, no. 2, pp. 198-202, June 2000
- [3] J. R. Wolpaw and D. J. McFarland, "Control of a two-dimensional movement signal by a noninvasive brain-computer interface in humans," *Proceedings 629 of the National Academy of Sciences (PNAS)*, vol. 101, no. 51, pp. 17 849-17 854, December 2004.
- [4] <http://edugamesresearch.com/blog/tag/bci/>,
- [5] J. R. Wolpaw, D. J. McFarland, and G. W. Neat, "Development of an Electroencephalogram-based Brain-Computer Interface," *Annals of Neurology*, vol. 28, no. 2, pp. 250-251, August 1990.
- [6] J. R. Wolpaw, D. McFarland, G. Neat, and C. Forneris, "An EEG-based brain-computer interface for cursor control," *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, vol. 78, no. 3, pp. 252-259, March 1991.
- [7] M. A. Lebedev and M. A. L. Nicolelis, "Brainmachine interfaces: Past, present and future," *Trends in Neurosciences*, vol. 29, no. 9, pp. 536-546, September 2006.
- [8] J. Wessberg, C. R. Stambaugh, J. D. Kralik, P. D. Beck, M. Laubach, J. K., "Real-time prediction of hand trajectory by ensembles of cortical neurons in primates," *Nature*, vol. 408, pp. 361-365, 2000.
- [9] M. A. L. Nicolelis, "Brain-machine interfaces to restore motor function and probe neural circuits," *Nature Rev.Neurosci.*, vol. 4, pp. 417-422, 2003.
- [10] R. Wolpaw, D. J. McFarland, and T. M. Vaughan, "Brain-computer interface research at the Wadsworth center," *IEEE Trans. Rehab. Eng.*, vol. 8, pp. 222-226, 2000.
- [11] J. del R Millán, "Brain-computer interfaces," in *Handbook of Brain Theory and Neural Networks*, 2nd ed, M.A. Arbib, Ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2002.
- [12] José Millán, Frédéric Renkensb, Josep Mouriñoc, and Wulfram Gerstnerb. Non-Invasive Brain-Actuated Control of a Mobile Robot by Human EEG. *IEEE Trans. on Biomedical Engineering*, Vol 51, June 2004.

- [13] Paul Saulnier, Ehud Sharlin, and Saul Greenberg. Using Bio-electrical Signals to Influence the Social Behaviours of Domesticated Robots. HRI'09, 2009, USA.ACM 978-1-60558-404-1/09/03.
- [14] <http://www.emotiv.com/>
- [15] <http://www.balaskepsi.com/manual.html>
- [16] http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai/english/h11_mitsukura_e/pdf/mitsukura11_e.pdf
- [17] http://neurowear.com/projects_detail/neurocam.html
- [18] <http://neurowear.com/news/index.html>
- [19] Necomimi: <http://www.necomimi.com/>
- [20] http://www.neurowear.com/projects_detail/shippo.html
- [21] http://www.ocztechnology.com/products/ocz_peripherals/nia-neural_impulse_actuator
- [22] Ierache Jorge, Pereira Gustavo, Iribarren Juan, Sattolo Iris, "Robot Control on the Basis of Bio-electrical Signals": "Series Advances in Intelligent and Soft Computing of Springer. ISBN:978-3-642-37373-2.
- [23] Ierache., J, Pereira.,G, Sattolo., J, Iribarren Aplicación de interfaces lectoras de bioseñales en el contexto de la domótica XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación 2013 Facultad de Ciencia y Tecnología Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER), ISBN: 9789872817961.
- [24] <http://mindstorms.lego.com/eng/Overview/default.aspx> nrt vigente Julio 2013.
- [25] Ierache, J., Dittler M., Pereira G., García Martínez R.,(2009) "Robot Control on the basis of Bio-electrical signals" XV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 2009, Universidad Nacional de Jujuy, Facultad de Ingeniería, ISBN 978-897-24068-3-9 ,pag 30.
- [26].Ierache, J., Dittler, M. García-Martínez, R., "Control de Robots con Basado en Bioseñales". XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC 2010: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Calafate, Santa Cruz, Argentina. 2010, ISBN 978-950-34-0652-6, pag 641
- [27] Ierache., J, Pereira.,G, Sattolo.,I , Guerrero., A, D'Altto J, Iribarren., J. Control vía Internet de un Robot ubicado en un sitio remoto aplicando una Interfase Cerebro-Máquina". XVII CACIC 2011, Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Informática, ISBN 978-950-34-0756-1, paginas 1373-1382.
- [28] Ierache Jorge, Pereira Gustavo, Iribarren Juan del artículo "Demostración de los resultados en la integración de Interfaces Lectoras de Bioseñales aplicadas al Control de un Robot" VII Congreso TEYET 2012. UNNOBA, 2012, demos educativas. ISBN 978-987-28186-3-0.
- [29] www.facebook.com/isierum
- [30] Ierache., J, Pereira., G, J, Iribarren Framework for Brain Computer Interface implemented to control devices in the context of home automation XIX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 2013, CAECE Mar del Plata, ISBN 978-897-23963-1-2 .
- [31] Enrique Calot, Juan Manuel Rodríguez, and Jorge Salvador Ierache. Improving versatility in keystroke dynamic Systems XIX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 2013, CAECE Mar del Plata, ISBN 978-897-23963-1-2